

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-113328

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)5月18日

G 01 L 5/16

7409-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 荷重検出器

⑯ 特 願 昭61-258520

⑰ 出 願 昭61(1986)10月31日

⑱ 発 明 者 緒 方 浩 二 郎 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場
内

⑱ 発 明 者 小 野 耕 三 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場
内

⑱ 発 明 者 高 田 龍 二 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場
内

⑱ 発 明 者 草 木 貴 巳 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場
内

⑲ 出 願 人 日立建機株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 武 願次郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

荷重検出器

2. 特許請求の範囲

リング形状の第1の荷重伝達部と、この第1の荷重伝達部と対向する第2の荷重伝達部と、この第2の荷重伝達部に一端が連結されかつ所定個所に検出素子が設けられた直交する2つの平行平板構造を有する角柱形状の第1の荷重検出部と、この第1の荷重検出部の他端に連結された円柱と、この円柱と前記第1の荷重伝達部とに連結されかつ所定個所に検出素子が設けられた薄板より成る第2の荷重検出部とを備えていることを特徴とする荷重検出器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、種々の物体に加わる荷重を、直交する軸方向の力とそれらの軸まわりのモーメントとに分離して検出する荷重検出器に関する。

(従来の技術)

物体に加わる荷重(力、モーメント)を検出することは多くの分野において不可欠のことである。例えば、高機能ロボットにより組立作業や研磨、バリ取り作業を行う場合、当該ロボットのハンドに作用する力を正確に検出することが必要であるし、又、航空機、船舶、車両等のモデル試験を実施する場合も、各部にかかる荷重の検出が主要な項目となる。このような荷重を検出する荷重検出器として優れた性能を有するものが、特開昭60-62497号公報により提案されている。以下、図によりその概略構成を説明する。

第11図は従来の荷重検出器の斜視図である。図で、1は柱状体、1a、1b、1c、1dは柱状体1においてX軸方向およびY軸方向に張出した張出し部、2は柱状体1の中心においてZ軸方向に形成された貫通孔である。3a、3b、3c、3dはそれぞれ各張出し部1a、1b、1c、1dにおいてZ軸方向の方形貫通孔により構成される平行平板構造である。又、4a、4b、4c、4dはそれぞれ各張出し部1a、1b、1c、1dの

中間部分から中央の貫通孔2に達する方形貫通孔により構成される平行平板構造である。各平行平板構造3a～3d、4a～4dは、方形貫通孔により構成される互いに平行な薄肉部5、5'およびストレンゲージSを有する。これら薄肉部5、5'およびストレンゲージSは平行平板構造3aについてのみ符号が付され、他は符号の記載が省略されている。ストレンゲージSは、薄肉部5、5'と、これと連結している部分との境界（図中破線で示されている）付近に貼着されている。6は張出し部1b、1dと連結された一方の荷重伝達部、7は張出し部1a、1cと連結された他方の荷重伝達部である。このように構成された荷重検出器は、通常、単体のブロックに対して旋削加工、穴明け加工等を施すことにより製造される。

上記荷重検出器において、荷重伝達部6、7間にZ軸方向の力 F_z 、X軸まわりのモーメント M_x 、Y軸まわりのモーメント M_y が作用すると、これらは平行平板構造4a、4b、4c、4dにより検出され、又、X軸方向の力 F_x 、Y軸方向の力

F_y 、Z軸まわりのモーメント M_z が作用すると、これらは平行平板構造3a、3b、3c、3dにより検出される。即ち、この荷重検出器は3軸方向の力成分および3軸まわりのモーメント成分を検出することができる。

（発明が解決しようとする問題点）

上記従来の荷重検出器は既に実用化され、その優れた性能が認められている。しかしながら、その製造時、平行平板構造3a～3d、4a～4dを構成するため8つの穴明け加工を実施しなければならず、加工が面倒であるという問題があつた。

さらに、各ストレンゲージSを貼着する場合、その貼着面の数は、平行平板構造3a～3dで計8面、平行平板構造4a～4dで計2面（図で上下面）、合計10面となり貼着作業が面倒であるという問題もあつた。

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決し、加工およびストレンゲージのような検出素子の設置作業が容易であり、構造簡単な荷重検出器を提供するにある。

（問題点を解決するための手段）

上記の目的を達成するため、本発明は、リング形状の第1の荷重伝達部およびこれと対向する第2の荷重伝達部を配設し、第2の荷重伝達部に角柱形状の第1の荷重検出部の一端を連結し、この第1の荷重検出部の他端に円柱を連結するとともにこの円柱と第1の荷重伝達部との間に薄板を連結することにより第2の荷重検出部を構成し、第1の荷重検出部に、互いに直交する2つの平行平板構造を構成し、それら平行平板構造の所定個所に検出素子を設けるとともに、第2の荷重検出部の薄板にもその所定個所に検出素子を設けたことを特徴とする。

（作 用）

第1の荷重伝達部および第2の荷重伝達部間にZ軸方向の力 F_z 、X軸まわりのモーメント M_x 、Y軸まわりのモーメント M_y が作用すると、これら荷重は第2の荷重検出部を構成する薄板の変形を検出素子で検出することにより検出され、又、X軸方向の力 F_x 、Y軸方向の力 F_y 、Z軸まわ

りのモーメント M_z が作用すると、これら荷重は第1の荷重検出部に構成された平行平板構造の変形を検出素子で検出することにより検出される。

（実施例）

以下、本発明を図示の実施例に基づいて説明する。

第1図は本発明の実施例に係る荷重検出器の正面図、第2図は同じく平面図、第3図は第2図に示す線II-IIに沿う断面図である。各図で、10は荷重が作用する荷重伝達部、11は荷重伝達部10と結合した柱状荷重検出部である。柱状荷重検出部11は断面四角形の柱体であり、この柱体に、X軸方向およびY軸方向にそれぞれ貫通孔を形成することにより、平行平板構造12、13が構成される。平行平板構造12の薄肉部の境界近傍における図示位置（中央のZ軸に沿う線上に2つ、およびその1つの両側の長い等距離位置に1つずつ）にはストレンゲージ $S_{11} \sim S_{14}$ が貼着されている。なお、括弧内は反対面の対応する位置に貼着されたストレンゲージの符号を示す。同じく、 S_{11} 、 S_{12} 、

S_{21} , S_{22} は平行平板構造13において中央のZ軸に沿う線上に貼着されたストレンゲージを示す。15は荷重伝達部10と対向して設けられたリング形状の他方の荷重伝達部である。

16は第2図に示すように柱状荷重検出部11の端部(図では上端部)に連結された円柱である。17はリング形状の荷重伝達部15と円柱16との間に連結された薄板であり、リング形状となつている。薄板17の裏面(第2図において裏面、第1, 3図において下面)には、リング中心を通つてX軸に沿う線上において、ストレンゲージ S_{31} , S_{32} , およびこれらと対向する側にストレンゲージ S_{41} , S_{42} が貼着されている。ストレンゲージ S_{31} , S_{32} はほぼ荷重伝達部15との境界上に位置し、ストレンゲージ S_{41} , S_{42} は円柱16との境界近くに位置する。ストレンゲージ S_{32} , S_{42} に接近してY軸方向両側にそれぞれストレンゲージ S_{43} , S_{44} , およびストレンゲージ S_{45} , S_{46} が貼着されている。

さらに、リング中心を通つてY軸に沿う線上に

において、ストレンゲージ S_{31} , S_{32} , およびこれらと対向する側にストレンゲージ S_{41} , S_{42} が貼着されている。ストレンゲージ S_{31} , S_{32} はほぼ荷重伝達部15との境界上に位置し、ストレンゲージ S_{41} , S_{42} は円柱16との境界近くに位置する。ストレンゲージ S_{32} , S_{42} に接近してX軸方向両側にそれぞれストレンゲージ S_{43} , S_{44} , およびストレンゲージ S_{45} , S_{46} が貼着されている。このように各ストレンゲージが配置された薄板17により薄板状荷重検出部が構成される。

柱状荷重検出部11の各平行平板構造12, 13および薄板状荷重検出部の薄板17に貼着されたストレンゲージは、それぞれ所定のものどうしの組合せによりホイートストンブリッジ回路を構成する。第4図(a)~(f)はこれらホイートストンブリッジ回路の回路図である。各図で、20は電源、 i_x , i_y , i_z , m_x , m_y , m_z は出力信号を示す。なお、各ストレンゲージには第1~3図に示す符号と同一符号が付してある。

次に、荷重伝達部10, 15間に3軸方向の力およ

び3軸まわりのモーメントが作用した場合の本実施例の検出動作を、上記第4図(a)~(f)および以下に示す第5図~第9図を参照しながら説明する。

(1) 力 F_z の検出動作

荷重伝達部10, 15間に第5図に示す矢印向きの力 F_z が作用すると、薄板17の全周に亘つて第5図に示すような変形が生じる。なお、第5図は第3図と同じ断面を示す。このような変形により、薄板17に貼着された各ストレンゲージにはその変形に応じたひずみを生じ、これらストレンゲージのうち第4図(a)に示すストレンゲージを選択して図示のようにホイートストンブリッジ回路を構成することにより、力 F_z に比例した信号 i_z を得ることができる。このような信号を得るために、最も単純には各ストレンゲージのひずみの絶対値が等しくなるように各ストレンゲージの貼着位置を定める必要がある。以下、第4図(a)に示す回路を構成するストレンゲージの位置について第6図(a), (b)により説明する。

第6図(a)は第5図の一部拡大断面図、第6図(b)

は第6図(a)に示す薄板の各部分の半径方向の応力分布図である。第6図(b)で、 σ_{15} は荷重伝達部15と薄板17との連結部の応力(したがつてストレンゲージ S_{31} の応力)、 σ_{16} は円柱16と薄板17との連結部の応力を示す。この場合、応力 σ_{15} は引張り応力(正)、応力 σ_{16} は圧縮応力(負)となり、それらの絶対値は次式の関係にある。

$$|\sigma_{15}| < |\sigma_{16}|$$

このような分布において、薄板17における円柱16に近い側に、ストレンゲージ S_{41} の貼着位置に生じる応力とは絶対値が等しく正負が逆である応力 σ_{42} ($|\sigma_{42}| = |\sigma_{15}|$, $\sigma_{42} < 0$)を生じる個所が存在する。そこで、当該個所にストレンゲージを貼着すればストレンゲージ S_{41} のひずみと絶対値が等しく正負が逆であるひずみを生じる。上記のような個所に貼着されるのがストレンゲージ S_{42} である。これは、ストレンゲージ S_{31} , S_{32} , S_{41} , S_{42} についても同様である。かくして、第

4図(4)に示す回路から力 F_x に比例した信号 f_x を得ることができる。

上記の力 F_x が作用したとき、第4図(4)に示すホイートストンブリッジ回路以外の回路からは出力が生じない。即ち、まず第4図(4)のホイートストンブリッジ回路についてみると、これを構成するストレインゲージは前述の如くストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} に接近して貼着されているので、上記の説明から明らかなようにいずれも同一量、同一符号（引張又は圧縮）のひずみを生じる。このため、この回路から出力は生じない。これは第4図(4)のホイートストンブリッジ回路についても同様である。

次に、第4図(4)、(4)、(4)に示すホイートストンブリッジ回路についてみる。柱状荷重検出部11の平行平板構造12、13に対して、力 F_x はそれらの各薄肉部の面に沿って作用する。したがって、力 F_x に対して各薄肉部の剛性は極めて高く、それら各薄肉部に貼着された各ストレインゲージにはほとんどひずみが発生せず、又、発生したとしても

第4図(4)に示す回路の出力についてみると、モーメント M_x によつては薄板17におけるリング中心を通るX軸に沿う部分は、この部分が変形の中立軸となつているので変形せず、したがって、ストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} にはひずみは生じない。そして、第7図に示す変形から明かなようにストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} には同一量、逆符号のひずみが、又、ストレインゲージ S_{21} 、 S_{22} にも上述のように同一量、逆符号のひずみがそれぞれ生じるので、第4図(4)に示す回路からの出力はない。

次に、第4図(4)に示す回路の出力についてみる。この場合、その回路を構成するストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} は上記変形の中立軸から外れた位置に貼着されており、したがってひずみを生じる。このひずみをみるため、モーメント M_x が作用したときの薄板17におけるストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} の貼着部分の変形について考察する。モーメント M_x による第7図に示す変形において、荷重伝達部15は充分に剛性が大き

それらは同一量、同一符号のひずみとなる。このため、第4図(4)、(4)、(4)に示すホイートストンブリッジ回路から出力は生じない。

このように、力 F_x が作用したときには、第4図(4)に示すホイートストンブリッジ回路からそれに比例した信号 f_x を得ることができ、他の回路からの出力はないので、高い精度の検出ができる。

(2) モーメント M_x の検出動作

荷重伝達部10、15間にX軸まわりのモーメント M_x が第7図に示す矢印向きに作用した場合を考える。なお、第7図は第2図に示す線Ⅶ-Ⅶに沿う一部断面図である。この場合、薄板17には図示の変形が生じ、ストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} には引張りひずみが、又、ストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} には上記引張りひずみと大きさが等しい圧縮ひずみが生じる。そこで、第4図(4)に示すようにストレインゲージを選択してホイートストンブリッジ回路を構成すると、モーメント M_x に比例した信号 m_x を得ることができる。

ここで、上記モーメント M_x が作用したときの

いので、同一平面を保持したままの状態にある。このため、上記部分は円柱16と荷重伝達部15との間で僅かな捩れ変形を生じる。この捩れ変形はストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} の貼着位置が当該捩れ変形の中立軸に近接しているため極めて微小ではあるが、それでも、ストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} に微小引張りひずみを、又、ストレインゲージ S_{21} 、 S_{22} に微小圧縮ひずみを生じる。そして、モーメント M_x に対する対称性からそれらのひずみの絶対値は等しい。

以上のことから、第4図(4)に示す回路では、ストレインゲージ S_{11} 、 S_{12} が互いに同一量、逆符号のひずみとなり、同じくストレインゲージ S_{21} 、 S_{22} も同一量、逆符号のひずみとなるので、当該回路からの出力はない。

次に、第4図(4)、(4)、(4)に示す回路の出力についてみる。モーメント M_x が作用すると、柱状荷重検出部11の平行平板構造12の両薄肉部には、一方に圧縮応力、他方に引張応力が生じるが、これらの応力は薄肉部の面に沿って生じるので、これ

に対し薄肉部は高い剛性を示す。したがって、平行平板構造12の薄肉部にはほとんど変形を生じない。そして、仮に変形を生じたとしても、ストレングス S_{21}, S_{22} に微小圧縮ひずみ（又は微小引張りひずみ）、ストレングス S_{31}, S_{32} に微小引張りひずみ（又は微小圧縮ひずみ）を生じ、それらの絶対値は等しい。以上のことから、モーメント M_x が作用しても第4図(ハ)、(ニ)に示すホイートストンブリッジ回路からの出力はない。

又、平行平板構造13についてみると、モーメント M_x が作用したとき、その両薄肉部は、それらに生じる応力がそれらの面に沿うものであるため、極めて高い剛性を示し、ほとんど変形を生じない。しかも、ストレングス $S_{11}, S_{12}, S_{21}, S_{22}$ は、 $Y-Z$ 平面においてモーメント M_x の中心軸（ X 軸）を通る垂直線上にあるので、ほとんどひずみを生じることはない。したがって、第4図(ハ)に示すホイートストンブリッジ回路からの出力はない。

このように、モーメント M_x が作用したときに

ないのは明らかである。そこで、第4図(ハ)に示す回路について考える。

モーメント M_y が作用すると、平行平板構造12の薄肉部にはこれに応じて応力が生じる。しかし、この応力は当該薄肉部の面に沿うものであるため、薄肉部の剛性は極めて高く、各ストレングスにはほとんどひずみを生じない。特に、ストレングス $S_{21}, S_{22}, S_{31}, S_{32}$ は $X-Z$ 面上におけるモーメント中心軸（ Y 軸）を通る垂直線上にあるので、ひずみは0に近い。これに対して、ストレングス $S_{11}, S_{12}, S_{23}, S_{33}$ は前記中心軸から相当離れた位置に貼着されているので、極く僅かではあるがひずみを生ずる。即ち、前記中心軸の一方側に引張りひずみ、他方側に圧縮ひずみが生じる。そして、そのひずみの量は、両側のストレングスが前記中心軸から等しい位置に貼着されているので同一である。これを、第4図(ハ)に示される回路でみると、ストレングス $S_{21}, S_{22}, S_{31}, S_{32}$ は同一量で逆方向のひずみ、ストレングス $S_{11}, S_{12}, S_{23}, S_{33}$ も同一量で逆方向のひずみを生じるの

は、第4図(ハ)に示すホイートストンブリッジ回路からそれに比例した信号 m_x を得ることができ、他の回路からの出力はないので高い精度の検出ができる。

(3) モーメント M_y の検出動作

この場合の検出動作は、モーメント M_x が作用したときの検出動作と同じであるのは明らかである。そして、第4図(ハ)に示すホイートストンブリッジ回路から、作用したモーメント M_y に比例した信号 m_y を得ることができる。

ただし、モーメント M_y の検出動作においては、モーメント M_x が作用したときの平行平板構造12の薄肉部に生じたと同じ応力が平行平板構造13の薄肉部に生じ、逆に、平行平板構造13の薄肉部に生じたと同じ応力が平行平板構造12の薄肉部に生じる点で、それら平行平板構造12、13のストレングスに微小ひずみが生じるときその微小ひずみに相違がみられる。しかしながら、それらストレングスの貼着位置関係から、モーメント M_y が作用したとき第4図(ハ)、(ニ)に示す回路から出力が

で、当該回路の出力はないことになる。

このように、モーメント M_y が作用したときには、第4図(ハ)に示すホイートストンブリッジ回路からこれに比例した信号 m_y が出力され、他の回路からの出力はないので、高い精度の検出ができる。

(4) 力 F_x の検出動作

荷重伝達部10、15間に X 軸方向の力 F_x が第8図に示す向きに作用した場合を考える。なお、第8図は第2図に示す線Ⅱ-Ⅲに沿う一部断面図である。この場合には、平行平板構造の特性から、第8図に示すように平行平板構造13の薄肉部に顕著な変形を生じる。この変形により、ストレングス S_{11}, S_{22} は引張りひずみ、ストレングス S_{12}, S_{21} は圧縮ひずみを生じ、それらひずみの量は同一である。したがって、第4図(ハ)に示すホイートストンブリッジ回路からは、力 F_x に比例した信号 f_x を得ることができる。

ここで、力 F_x が作用したときの第4図(ハ)～(ニ)、(ハ)、(ニ)に示される回路の出力について考察する。

まず、力 F_x は各薄板17に対してそれらの面に沿って作用する。したがって、各薄板17は力 F_x に対して高い剛性を示しほとんど変形しない。このうち、ストレンゲージ S_{11} 、 S_{22} 、 S_{31} 、 S_{42} の貼着部分には変形を生じる可能性もあるが、仮に変形を生じたとしても、その変形は極めて小さく、ストレンゲージ S_{11} 、 S_{22} に微小引張りひずみ、ストレンゲージ S_{31} 、 S_{42} に微小圧縮ひずみとなつて現れ、これらのひずみの量は同一である。一方、ストレンゲージ S_{12} ～ S_{41} 、 S_{32} ～ S_{44} の貼着部分は力 F_x に対して剪断変形の態様となるので、それらの部分に貼着されたストレンゲージにはひずみは生じない。以上のことから、第4図(㉑)に示す回路からの出力がないのは明かである。

前述のように、ストレンゲージ S_{11} 、 S_{22} 、 S_{31} 、 S_{42} の貼着部分には変形を生じる可能性があり、その場合、ストレンゲージ S_{12} 、 S_{21} に引張りひずみ、ストレンゲージ S_{32} 、 S_{41} に圧縮ひずみが生じるが、これらのひずみは極めて微小である。したがって、これらのストレンゲージにより構成

した力 F_y に比例した信号 f_y を得ることができる。そして、力 F_y が作用しても、第4図(㉑)～(㉒)に示すホイートストンブリッジ回路からは、力 F_x の場合の説明から明らかなようにほとんど出力を生じない。

ただ、力 F_y の作用により平行平板構造12の薄肉部に変形を生じると、そこに貼着された各ストレンゲージ S_{11} 、 S_{22} 、 S_{31} 、 S_{42} にひずみを生じるばかりでなく、第4図(㉑)に示す回路を構成する各ストレンゲージ S_{12} 、 S_{21} 、 S_{32} 、 S_{41} にもひずみを生じる。この場合、ストレンゲージ S_{12} 、 S_{21} は圧縮(引張り)ひずみ、ストレンゲージ S_{32} 、 S_{41} は引張り(圧縮)ひずみとなる。しかし、これらひずみの大きさはすべて等しい。したがって、第4図(㉑)に示す回路からは出力を生じない。

このように、力 F_y が作用したときには、第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路からこれに比例した信号 f_y が出力され、他の回路からの出力はほとんど0であるので、高い精度の検出が

された第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路からは信号が出力されることもあるがこの信号は極めて微小であり、充分に無視し得る程度のものである。

次に、平行平板構造12の各薄肉部には力 F_x が作用したとき剪断力が作用することとなり、そこに貼着されたストレンゲージ S_{11} 、 S_{22} 、 S_{31} 、 S_{42} はひずみを生じない。しかだつて、第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路から信号は出力されない。

このように、力 F_x が作用したときには、第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路からこれに比例した信号 f_x が出力され他の回路からの出力はほとんど0であるので、高い精度の検出ができる。

(5) 力 F_y の検出動作

この場合の検出動作は、力 F_x が作用したときの検出動作と同じであり、平行平板構造12の薄肉部に顕著な変形が生じ、この変形に応じて第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路から、作用

できる。

(6) モーメント M_z の検出動作

荷重伝達部10、15間にZ軸まわりのモーメント M_z が第9図に示す向きに作用した場合を考える。なお、第9図には、理解を容易にするため、平行平板構造12のみを示し、他は除去してある。モーメント M_z が作用すると、平行平板構造12の薄肉部が接合している上下の剛体において、下部の剛体(荷重伝達部10側)に対して上部の剛体が同軸を保持したまま回転する態様となるので、各薄肉部はモーメント M_z によりその面外荷重を受けることになり、図示のように捩れ変形を生じる。この変形により、ストレンゲージ S_{12} 、 S_{41} には引張りひずみが、又、ストレンゲージ S_{32} 、 S_{21} には圧縮ひずみが生じ、それらひずみの大きさは等しい。したがって、第4図(㉑)に示すホイートストンブリッジ回路からは、モーメント M_z に比例する信号 m_z が出力される。

ここで、モーメント M_z が作用したときの第4図(㉑)～(㉒)に示す回路の出力について考察する。そ

ーメント M_x は、薄板17に対してはそれらの面に沿う荷重であり、剪断力として作用するので、薄板17には変形を生じることなく、そこに貼着された各ストレンゲージにはひずみを生じることはない。したがって、第4図(4)～(6)に示す回路からの出力はない。

モーメント M_x が作用すると、平行平板構造13の各薄肉部には平行平板構造12の各薄肉部に生じると同じ変形を生じる。しかしながら、平行平板構造12、13の各薄肉部におけるストレンゲージ S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{31} 、 S_{32} 、 S_{41} 、 S_{42} の貼着位置は誤れ変形の中立軸上にあるので、それら各ストレンゲージにひずみは生じない。したがって、これらストレンゲージで構成されている第4図(4)、(6)に示す回路からの出力はない。

このように、モーメント M_x が作用したときには、第4図(4)に示すホイートストンブリッジ回路からこれに比例した信号 m_x が出力され、他の回路からの出力はないので、高い精度の検出ができる。

るストレンゲージ S_{51} 、 S_{52} 、 S_{61} 、 S_{62} とは反対面（裏面）に貼着される。これら内側に貼着されるストレンゲージにはダツシユが付されている。

本実施例における各荷重検出動作は、さきの実施例と同じであるので説明は省略する。又、本実施例の効果についても、さきの実施例と同じである。

なお、上記各実施例におけるストレンゲージの貼着位置は1例を示すものであり、高精度の検出動作を実行させるための貼着位置はこれに限ることはない。

（発明の効果）

以上述べたように、本発明では、第2の荷重伝達部に連結された角柱状の第1の荷重検出部、およびこの第1の荷重検出部に連結された円柱と第1の荷重伝達部の間に連結された薄板の第2の荷重検出部を設け、第1の荷重検出部に、ストレンゲージのような検出素子を設けた2つの平行平板構造を構成し、又、第2の荷重検出部の薄板の適宜個所に検出素子を設けるようにしたので、従来

以上、第1図～第3図に示す本実施例の荷重検出部の検出動作について説明した。本実施例の荷重検出器は、作用する6つの荷重成分に対して上記のように高精度の検出が可能であるが、そればかりではなく、図から明らかなように、第11図に示す従来の荷重検出器と比較して貫通孔は2つ形成するだけであり、全体構成が簡素であるので、加工が極めて容易となる。又、ストレンゲージの貼着面も半減し、貼着作業も容易となる。

第10図は本発明の他の実施例に係る荷重検出器の正面断面図である。図で、第3図に示す部分と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。さきの実施例においては、薄板17は円柱16における柱状荷重検出部11側の面から延出するように連結されていた。これに対して本実施例では、薄板17'は円柱16における柱状荷重検出部11側と反対の面から延出するように連結されている。又、薄板に貼着されるストレンゲージのうち、内側に貼着されるストレンゲージ S_{51} ～ S_{62} 、 S_{52} ～ S_{61} は外側に貼着され

の荷重検出器に比べて加工、および検出素子の設置作業を容易に実施することができる。

4. 図面の簡単な説明

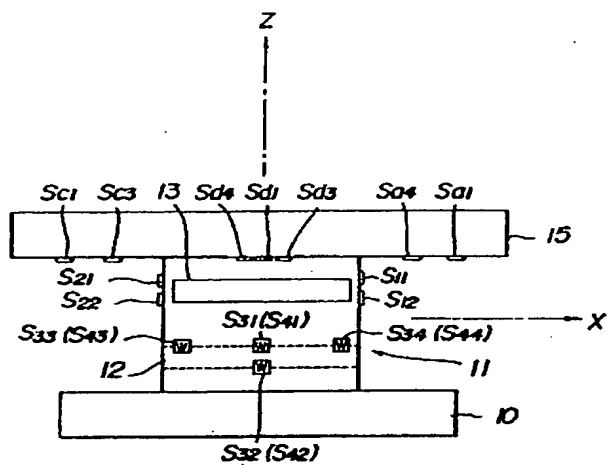
第1図、第2図および第3図はそれぞれ本発明の実施例に係る荷重検出器の正面図、平面図および断面図である。第4図(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)は第1図、第2図および第3図に示すストレンゲージで構成されるホイートストンブリッジ回路の回路図、第5図、第6図(4)、(5)、第7図、第8図、および第9図はそれぞれ第1図に示す荷重検出器の動作を説明する変形状態図、第10図は本発明の他の実施例に係る荷重検出器の断面図、第11図は従来の荷重検出器の斜視図である。

10…荷重伝達部、11…柱状荷重検出部、12、13…平行平板構造、16…円柱、17…薄板。

代理人 弁理士 武 顕次郎（外1名）

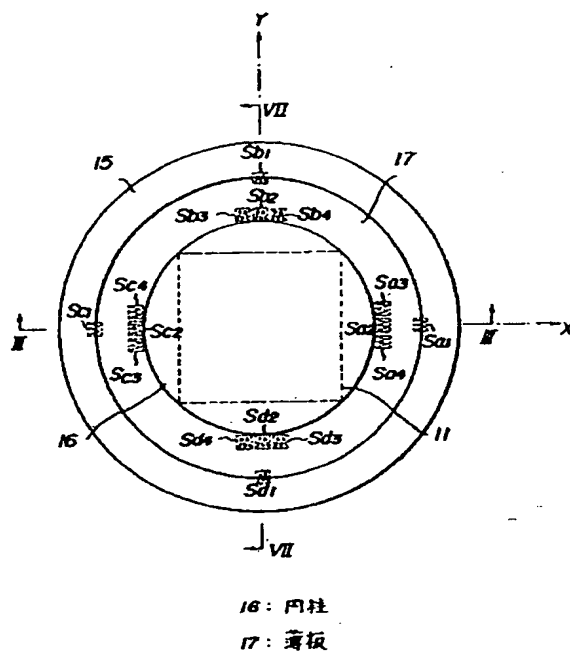


第 1 図



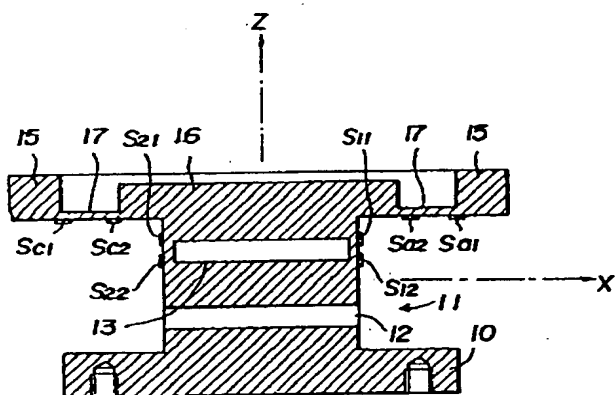
10, 15: 荷重伝達部
11: 柱状荷重伝達部
12, 13: 磁気回路構造

第 2 図

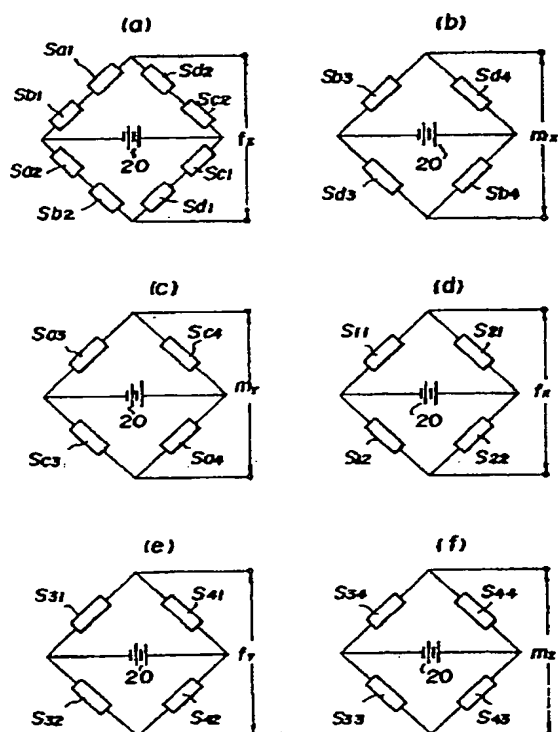


16: 内柱
17: 薄板

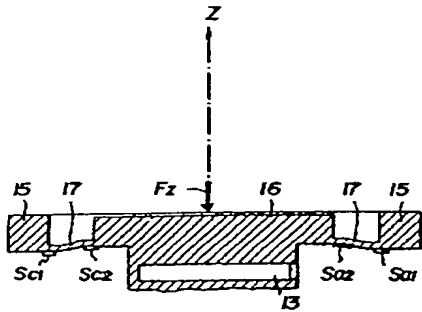
第 3 図



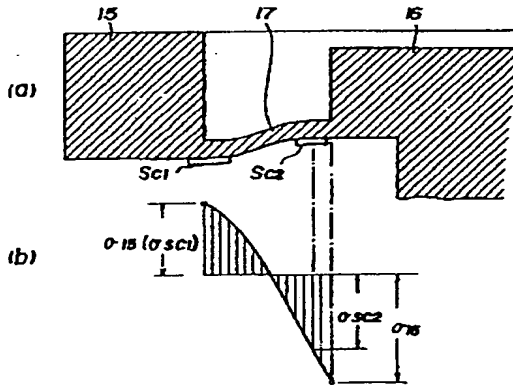
第 4 図



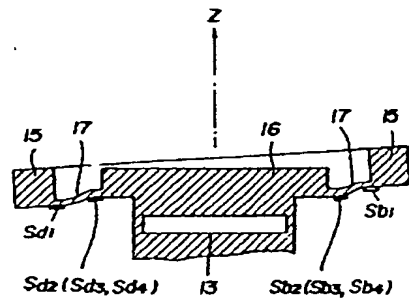
第 5 圖



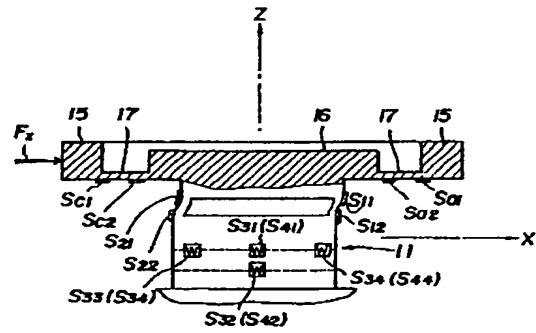
第 6 圖



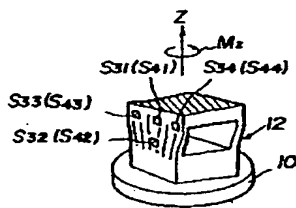
第 7 圖



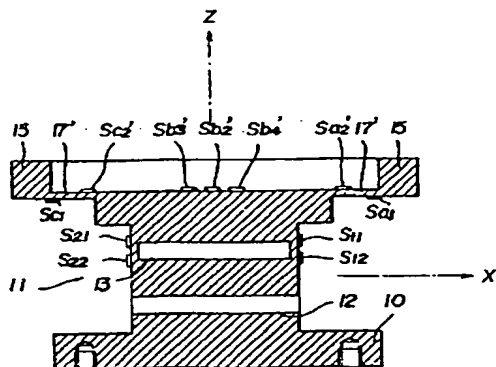
第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖

